

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁵ : C05F 3/00, 7/00, 17/00	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 94/24071 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 27. Oktober 1994 (27.10.94)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE94/00440 (22) Internationales Anmeldedatum: 19. April 1994 (19.04.94) (30) Prioritätsdaten: 1267/93-7 22. April 1993 (22.04.93) CH 2360/93-2 6. August 1993 (06.08.93) CH P 44 09 539.2 19. März 1994 (19.03.94) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ECOLAB AG [CH/CH]; Kalchbühlstrasse 18, CH-7000 Chur (CH). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KANTIZ, Jürgen [DE/DE]; Schwerinstrasse 40, D-44805 Bochum (DE). KESSEL-RING, Bruno [CH/CH]; Kantonstrasse 52, CH-7205 Zizers (CH). (74) Anwalt: VOMBERG, Friedhelm; Schulstrasse 8, D-42653 Solingen (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, ES, FI, GB, HU, JP, KP, KR, KZ, LK, LU, LV, MG, MN, MW, NL, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SI, SK, TT, UA, US, UZ, VN, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR THE COMPOSTING AND WET-FERMENTATION OF BIOLOGICAL WASTE (54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR KOMPOSTIERUNG UND NASSVERGÄRUNG VON BIOLOGISCHEN ABFÄLLEN (57) Abstract <p>In the method proposed, biological waste is compressed to remove liquids contained in it, while being simultaneously mixed and homogenized, and the liquid-free solids then composted while the liquids are subjected to wet-fermentation in an anaerobic reactor. This makes it possible to achieve shorter composting and fermentation times.</p> (57) Zusammenfassung <p>Anfallender biologischer Abfall wird unter gleichzeitigem Mischen und Homogenisieren abgepresst, wonach der von Flüssigkeit befreite Feststoffanteil einer Kompostierung und der Flüssiganteil einer Nassvergärung in einem Anaerob-Reaktor zugeführt werden. Hierdurch lassen sich kürzere Kompostierungs- und Vergärungszeiten erreichen.</p>		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Kompostierung und Naßvergärung von biologischen Abfällen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von organischen Bio-Reststoffen, insbesondere aus kommunalen und/oder gewerblichen Abfallstoffen, einschließlich roher und/oder gekochter Speisereste, landwirtschaftliche Abfallstoffe, insbesondere Tierexkrementen, und/oder pflanzlicher Bestandteile. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Gewinnung von Biogas oder Kompost durch Naßvergärung und Kompostieren von organischen Bio-Reststoffen.

Unter Bio-Reststoffen werden neben den bereits genannten Abfallstoffen alle Stoffe verstanden, die einen der Vergärung zugänglichen Gehalt an Kohlenstoff in gelöster Form (DOC) aufweisen. Dies können beispielsweise pflanzliche Grünabfälle, wie Langgras, Laub, Rasenschnitt, Astwerk, Gehölzschnitt, Blumen, Ernterückstände aus dem Garten/Landschaftsbau, aber auch Abfälle aus der Gemüse- und Obstverarbeitenden Industrie sein, wie Schalen von Früchten, Ölfrüchten, Trester, Bierschlämme, Hefen, Kokosfasern, Blätter und Strünke aus der Konservenindustrie, Kartoffelschalen und Blattrückstände, Rinden und Späne aus der Holz- und Papierindustrie, organischer kommunaler oder gewerblicher Stadtmüll und schließlich landwirtschaftliche Abfälle.

Seit langem ist es bekannt, reine Grünabfälle zu kompostieren, wozu die zerkleinerten Abfälle mit oder ohne Zugabe von Kompostzuschlägen in Kompostmieten aufgesetzt und einem Verrottungsprozeß überlassen werden, bei dem die Abfälle allmählich zersetzen. Es ist inzwischen auch bekannt, daß die Verrottungszeit durch Umsetzen der aufgeschichteten Mieten sowie eine gezielte Prozeßführung durch Überwachung der Temperatur und/oder Mietenfeuchtigkeit beschleunigt werden kann.

In der EP 0 429 744 A2 wird ein Verfahren beschrieben, bei dem das Abfallmaterial nach Vorbereitung durch Sieben, Trennen und Zerkleinern einem Gärbehälter zugeführt wird und zum Zwecke der Einleitung und Aufrechterhaltung eines aeroben biologischen Zersetzungsprozesses unter ständigem Rühren allmählich gegen die zentrale Austrittsöffnung des Gärbehälters verschoben wird. Zur Verbesserung dieser Fermentiermethode wird eine aerobe biologische Verrottung biologischer Abfälle vorgeschlagen, bei der die Abfälle unter ständigem Rühren innig mit Luft vermischt und dadurch einer bakteriellen aeroben Zersetzung zugeführt werden und das aus dem Verrottungsprozeß hervorgegangene Produkt dem Aufnahmebehälter entnommen und einer Veredelung unterzogen wird. Hierzu soll der Aufnahmebehälter etwa bis zur Hälfte mit festem Abfall und anschließender Zugabe flüssiger Substanzen gefüllt und während einer Verweilzeit von 2 bis 3 Stunden umgerührt werden, bevor dekantierter Klärschlamm sowie Weißkalk zugegeben wird und das Umrühren bis zu einer Verweilzeit von 69 oder 70 Stunden fortgesetzt wird.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren der eingangs genannten Art und eine Vorrichtung anzugeben, das bzw. die eine verbesserte Behandlung organischer Reststoffe zur Erzeugung verwertbarer Stoffe, wie Kompost und/oder Biogas ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch das im Anspruch 1 beschriebene Verfahren gelöst, das erfindungsgemäß durch folgende Schritte gekennzeichnet ist:

- a) Aus den organischen Reststoffen werden unter intensivem Mischen und Homogenisieren die in Wasser gelösten C-haltigen (organischen) Bestandteile (DOC) durch Flüssigkeitsaustrag von den verbleibenden Feststoffen getrennt,
- b) der Flüssigkeitsaustrag wird in einem Anaerob-Reaktor anschließend vergoren und das hieraus entstehende Biogas abgezogen, während

- c) die verbleibenden Reststoffe einer Kompostierung, vorzugsweise Mietenkompostierung, zugeführt werden.

Durch die Trennung des Abfalls in eine Feststofffraktion und eine Flüssigfraktion, die als eine durch Siebung hergestellte Suspension vorliegt, können eine aerobe Behandlung der Feststofffraktion einerseits und eine anaerobe Behandlung der gelösten und suspensierten Fraktion jeweils besser kontrolliert werden, wozu insbesondere geringere Behältervolumina als bei einer gemeinsamen Behandlung beider Fraktionen in einem Behälter erforderlich sind. Vergleichsweise können die getrennte Kompostierung und Naßvergärung insgesamt bei Erzeugung qualitativ hochwertiger Endprodukte schneller ablaufen.

Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Ansprüchen 2 bis 13 beschrieben.

So wird in der Trennstufe, in der nach Aufgabe des Abfalles eine Feuchte von 70 bis 80 Vol.-% vorliegt, diese Feuchte aufrechterhalten, was selbst nach Abführen der Flüssigsuspension durch Zuführung von Wasser bzw. Prozeßwasser möglich ist. Zumindest sollte die Feuchte von 40 bis 60 Vol.-% in der Trennstufe nicht unterschritten werden, da nur bei relativ hohen Feuchten ein Auswaschen der C-haltigen Bestandteile möglich ist. Vorzugsweise wird das Prozeßwasser rezyklisierend in die Trennstufe geleitet, das nach erfolgter Methanisierung (Vergärung) im Anaerob-Reaktor abfällt.

Eine weitere Optimierung der Prozeßsteuerung in der Trennstufe kann durch gezielte, gesteuerte Luftzuführung und Temperatursteuerung, insbesondere Aufrechterhaltung einer konstanten Temperatur, erreicht werden. Die betreffende Regelung kann in Abhängigkeit gemessener Temperaturen, Sauerstoffgehalte, CO₂-Gehalte im Abgas etc. vorgenommen werden.

Nach der Aufgabe von biologischen Reststoffen in die Trennstufe wird zunächst eine exotherm verlaufende Reaktion einsetzen. Die nicht benötigte überschüssige Wärme wird vorzugsweise aus der Trennstufe abgezogen und dem Anaerob-Reaktor zugeleitet.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird erst nach Unterschreiten eines vorgebbaren Gehaltes an gelösten C-haltigen Bestandteilen in der aus der Trennstufe abgeführten Flüssigkeit die in der Trennstufe volumenmäßig zusammengefallene Reststoffmenge auf einen möglichst niedrigen Restfeuchtegehalt abgepreßt, bevor die gesamte Charge an festen Reststoffen aus der Trennstufe abgeführt und anschließend nachkompostiert wird. Die Nachkompostierung kann nach üblichen, nach dem Stand der Technik bekannten Verfahren, mit und ohne Zugabe von Zuschlagstoffen durchgeführt werden.

Eine beschleunigte Trennung bzw. Abtrennung der Flüssigphase aus den biologischen Abfallstoffen erreicht man, wenn die Stoffe gepreßt und/oder abgesiebt werden. Die aus der Trennstufe, d.h. dem Feststoffreaktor, ausgeschleusten Flüssigkeiten liegen als Suspensionen vor. Um den Anaerob-Reaktor nicht mit Feststoffanteilen bzw. Schlämmen zu belasten, wird die betreffende Suspension vor Einleitung in den Anaerob-Reaktor sedimentiert. Vorzugsweise wird der beim Sedimentieren als Schlamm anfallende Feststoff als Animpfmaterial zur Reaktionsbeschleunigung, weiterhin vorzugsweise nach Sauerstoffanreicherung in Form von Belebtschlamm nach frischer Füllung des Feststoffreaktors den Bio-Reststoffen zugeführt.

Die aus der Trennstufe abgeführte Flüssigkeit wird vor der Einleitung in den Anaerob-Reaktor einer Ultraschallbehandlung oder Biogasstrippung zur Entfernung noch enthaltenen Sauerstoffes unterzogen. Durch den völligen bzw. weitgehenden Sauerstoffausschluß wird die Methanisierung in der Anaerob-Stufe begünstigt bzw. nicht behindert.

Noch in der Flüssigkeit enthaltene Feststoffanteile, die in den Anaerob-Reaktor gelangen, werden von Zeit zu Zeit als Schlamm abgezogen, wobei hierüber auch zunächst gelöste und später in gebundenen Niederschlägen enthaltene geringe Metallmengen, insbesondere Schwermetallanteile, ausgeschieden werden können.

Im Anaerob-Reaktor wird bei der Behandlung mit mesophilen Bakterien eine Temperatur von 45°C bis 40°C, bei der Behandlung mit thermophilen Bakterien von 50°C bis 55°C während der gesamten Methanisierung aufrechterhalten. Das Befüllen des Anaerob-Reaktors mit dem Flüssigkeitsaustrag aus der Trennstufe erfolgt kontinuierlich oder im Abstand von 1 bis mehreren Stunden. Die hydraulische Verweilzeit liegt bei ca. 8 bis 10 Tagen bei einer Abbaurrate der organischen Substanz von 90 bis 95 %. Diese im Vergleich zu konventionellen Verfahren kurze Verweilzeit im Anaerob-Reaktor hat folgende Gründe.

Die zu methanisierende organische Substanz liegt nach dem erfindungsgemäßen Verfahren bereits in für die methanogenen Bakterien verwertbarer Form vor, ferner kann einer Ausschwemmung der Bakterien gezielt entgegengewirkt werden. Bei einer Abbaurrate von mehr als 90 % verläßt nur gering belastetes Wasser den Anaerob-Reaktor. Der Gehalt an gelöster organischer Substanz im Wasser (DOC-Gehalt) kann durch entsprechende am Reaktor installierte Geräte automatisch überwacht werden. Ggf. kann das Wasser bei (noch) zu hohen DOC-Gehalten im Kreis geführt werden, d.h., es wird bis zur vollständigen Vergärung wieder in den Anaerob-Reaktor eingeleitet.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Vorrichtung vorgeschlagen, die erfindungsgemäß durch einen Feststoffreaktor mit einer Mischeinrichtung und einem Flüssigkeitsaustrag und einen diesem nachgeschalteten Anaerob-Reaktor zur Vergärung mit einem Biogas-Abzug oder eine Kompostiereinrichtung gekennzeichnet ist. Je nach Zielsetzung, d.h., ob das

Schwergewicht in die Biogasherstellung oder die Kompostherstellung gelegt wird, kann neben der Trennstufe alternativ oder nebeneinander ein Anaerob-Reaktor und/oder eine Kompostiereinrichtung nachgeschaltet sein. Derzeit liegen gewichtige Gründe vor, die Biogasherstellung in den Vordergrund zu stellen, da das Biogas energetisch verwertbar ist, während die Verwertung von Kompost sich auf wenige Einsatzbereiche beschränkt und kaum wirtschaftlich durchgeführt werden kann.

Weiterbildungen der Vorrichtung sind in den Ansprüchen 15 bis 34 beschrieben.

So besteht die Mischeinrichtung zur Beschleunigung des Abpressens bzw. Trennens der Feststoffe von den Flüssigstoffen, welche das Kohlenstoff in gelöster Form aufnehmen, aus einer Schneckenpresse, vorzugsweise aus zwei gegenläufigen schrägliegenden Schneckenpressen. Diese gegenläufig arbeitenden Schneckenwellen führen zu einer intensiven Durchmischung des biologischen Abfalls und gewährleisten eine gleichmäßige Sauerstoffversorgung und damit eine optimale mikrobielle Aktivität. Vorzugsweise arbeiten die Schneckenpressen ca. 5 bis 10 Minuten pro Stunde. Da die Schneckenpressen schrägliegend angeordnet sind, kann das Material von unten nach oben gefördert werden. Damit das oben anfallende Material aus biologischem Abfall nicht die weitere Schneckenförderung behindert, ist oberhalb und parallel der Schneckenpresse ein Tisch bzw. sind Tischbleche schrägliegend angeordnet. Hierauf kann das geförderte Material fallen und nach unten abrutschen, um dort angekommen abermals von der Schnecke erfaßt und nach oben gefördert zu werden.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind der Tisch oder die Tischbleche als Wärmetauscher ausgebildet. Dies schafft deshalb Vorteile, weil das durch die Schneckenpresse geförderte Material jeweils mit dem Tisch in Berührung kommt und weil der Tisch relativ zentral in bezug auf den Materialstrom angeordnet werden kann.

Um zu vermeiden, daß Feststoffe größeren Durchmessers mit der Flüssigkeit ausgetragen werden, besitzt der Feststoffreaktor mindestens ein Sieb, vorzugsweise mehrere übereinanderliegende Loch- oder Spaltsiebe unterschiedlicher Maschenweite, die vor dem Flüssigkeitsaustrag angeordnet sind. Beispielsweise können drei übereinanderliegende Siebe verwendet werden.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung besitzt der Feststoffreaktor eine Gasabzugseinrichtung, die vorzugsweise mit einem Kompostfilter verbunden ist, wodurch eine Geruchsbelästigung der Außenumgebung vermeidbar ist.

Je nach Zusammensetzung des Bioabfalles, der in den Feststoffreaktor aufgegeben wird, kann es sich als die Trennung fördernd erweisen, wenn der Stellwinkel des Feststoffreaktors, d.h., insbesondere die Bodenneigung des Reaktors veränderbar ist.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung besitzt der Feststoffreaktor einen vorzugsweise verschließbaren Einfülltrichter und einen die Bio-Reststoffe fördernden Trogkettenförderer, der vorzugsweise gasdicht und/oder mit aktiver Luftabsaugung mittels Seitenkanalverdichtern ausgebildet ist. Die abgesaugte Luft kann ebenfalls über einen Kompostfilter zur Desodorierung gedrückt werden, um Geruchemissionen weitestgehend zu vermeiden.

Wie bereits oben erwähnt, ist vorzugsweise zwischen dem Feststoffreaktor und dem Anaerob-Reaktor ein Sedimentator geschaltet, der nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung über einen Abzug verfügt, worüber die anfallenden Schlämme abgezogen und unmittelbar dem Feststoffreaktor wieder zuführbar sind. Insbesondere kann der Feststoffreaktor und/oder der Sedimentator über einen Belüftungskreislauf oder Luftzuführeinrichtungen verfügen, um den abgezogenen Schlamm zu einem aeroben Belebtschlamm aufzubereiten.

Um den Anaerob-Reaktor praktisch sauerstofffrei betreiben zu können, ist weiterhin zwischen dem Sedimentator und dem Anaerob-Reaktor ein Entgasungsreaktor, vorzugsweise ein Ultraschallreaktor oder Biostripper angeordnet.

Der Anaerob-Reaktor ist als Festbettreaktor ausgebildet und/oder weist mehrere Aufwuchs fördernde Gitterträger mit großer Oberfläche ($150-300 \text{ m}^2/\text{m}^3$) auf, die nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung eine raue Oberfläche besitzen. Hierdurch wird eine Ausschwemmung der Bakterien wirksam verhindert, ferner die Aufwuchsgeschwindigkeit optimiert.

Im Anaerob-Reaktor setzen zunächst acetogene Bakterien die gelösten Zwischenprodukte in Acetat, Wasserstoff und Kohlendioxid um. Dies ist erforderlich, da Methanbakterien nur aus diesen Ausgangsprodukten Methan produzieren können. Im thermischen Schritt der Biogasproduktion wird durch methanogene Bakterien zum einen aus Wasserstoff und Kohlendioxid Methan und Wasser und zum anderen aus Acetat und Methan Kohlendioxid gebildet. Die erste Reaktion wird durch hydrogenotrophe Methanbakterien, die zweite durch acetotrophe katalysiert. Die Methanausbeute liegt bei ca. 70 Vol.-%. Ein limitierender Faktor bei der anaeroben Vergärung ist das relativ langsame Wachstum der Bakterien, d.h., eine Verdoppelung findet nur alle 14 Tage statt. Daher ist es notwendig, eine Stabilisierung bzw. eine Erhöhung der Mikroorganismenpopulation durch Aufwuchs auf festen Gitterträgern zu gewährleisten, wobei eine raue Gitteroberfläche die Aufwuchsgeschwindigkeit der Bakterien erhöht, unter Einhaltung eines für den Aufstieg der Gasblasen nötigen Lumens. Eine Verminderung der Bakterienpopulation durch Ausschwemmung kann jedenfalls erheblich minimiert werden, womit die Verweilzeit im Anaerob-Reaktor wesentlich verkürzt bzw. das Reaktorvolumen entsprechend klein gewählt werden kann.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist der Anaerob-Reaktor einen Gasdom auf, der vorzugsweise mit einem Gasabscheider versehen ist, wohin es mit geringem Unterdruck weitergeleitet wird.

Der Anaerob-Reaktor kann als Methanisierungsstufe aus mehreren hintereinandergeschalteten und segmentierten Festbettreaktoren bestehen, die über kommunizierende Röhren miteinander verbunden sind. Der Transport des Wassers erfolgt dann nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren allein über die Zufuhr in den ersten Festbettreaktor. Beispielsweise können die Festbettreaktoren zylindrische Röhren von 4 m Höhe und 1,2 m Durchmesser sein, die jeweils im downflow-Modus beschickt werden. Dem letzten Festbettreaktor kann ein Sedimentationsgefäß nachgeschaltet sein.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung sind die pH-Werte in verschiedenen Festbettreaktoren verschieden und unabhängig voneinander einstellbar und/oder die verschiedenen Festbettreaktoren sind parallel oder in Serie betreibbar. Auch Mischformen derart, daß beispielsweise zwei Festbettreaktoren parallelgeschaltet und einer hiervon mit dem dritten in Reihe, sind möglich. Die Varianten können derart ausgenutzt werden, daß in verschiedenen Reaktoren verschiedene Prozesse durchgeführt werden, ggf. mit unterschiedlichen Verweilzeiten.

Nach einer weiteren Ausführungsform wird der Festbettreaktor (Anaerob-Reaktor) out put-gesteuert, und zwar vorzugsweise über das abgezogene Gasvolumen (Biogas), den DOC- und/oder CSB-Gehalt. Weitere Schaltungsvarianten können hinsichtlich der Beheizung vorgesehen werden, etwa dergestalt, daß die Anaerob-Reaktoren nacheinander mit ein und demselben Wärmetauscher beheizt werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt. Es zeigen

- Fig. 1 eine schematische Übersicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Fig. 2 eine schematische Seitenansicht des Feststoffreaktors,
- Fig. 3 eine erste Querschnittsansicht des Schneckenförderers in Höhe der Leitblech-Anordnung,
- Fig. 4 eine weitere Ansicht des Schneckenförderers in Höhe des Spaltsiebes,
- Fig. 5 eine schematische Seitenansicht des Trogkettenförderers mit dem Festbettreaktor,
- Fig. 6 eine Draufsicht auf die Anordnung nach Fig. 5 und
- Fig. 7 ein Fließschema des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Die wesentlichsten Teile der Vorrichtung sind der Feststoffreaktor 01 sowie der aus drei Teilen bestehende Anaerob-Reaktor 08a, b und c, die das Kernstück der gesamten Anlage darstellen. Die zu behandelnden biologischen Rest- oder Abfallstoffe werden in den Feststoffreaktor 01 gegeben, in dem sie von einer Schneckenwelle 16 oder zwei gegenläufig arbeitenden Schneckenwellen (siehe Fig. 3, 4) im unteren Teil des Feststoffreaktors 01 erfaßt und nach oben gefördert werden. Im oberen Bereich, d.h. oberhalb der Preßzone mit einem Spaltsieb, wird die Feuchtigkeit aus den Abfallstoffen ausgepreßt und über das Spaltsieb aus dem Reaktor abgepreßt. Oberhalb und parallel

zu der Schnecke oder den gegenläufigen Schneckenwellen ist ein Tisch bzw. sind Tischbleche 17 angeordnet, die als Wärmetauscher 02 ausgebildet sind. Der Effekt des Auspressens der biologischen Abfallstoffe kann noch durch den Gegendruck der Tischbleche verstärkt werden sowie durch eine sich zwischen dem Spaltsieb und der Schneckenwelle zum Austrag hin verjüngende Distanz. Ggf. kann diese Distanz auch durch die Verstellung des Drehpunktes an der Abpreß- bzw. Entleerungsvorrichtung 18 verändert werden. Soweit die Spaltbreite des Siebes nicht am Sieb veränderbar ist, sind die Siebe auswechselbar und somit an die jeweiligen Anforderungen der zu verarbeitenden biologischen Reststoffe anpaßbar. Die von der überschüssigen Feuchtigkeit befreiten Abfallstoffe werden durch das kontinuierlich nachgeführte Material aus der Sieb- bzw. Preßzone in den freien Reaktorraum gedrückt. Hierbei rutschen sie schwerkraftbedingt über das Tischblech wieder an die tiefste Stelle des Feststoffreaktors 01 zurück, wie sie erneut von den Schneckenwellen 16 erfaßt werden. Auf diese Art und Weise können die im Kreislauf umgewälzten Abfallstoffe kontinuierlich von der überschüssigen Feuchtigkeit befreit bzw. die Kohlenstoffgehalte der Abfallstoffe durch vorhandene Flüssigkeit ausgewaschen werden. Der Feststoffreaktor besitzt eine gesteuerte Sauerstoffzufuhr 03, um eine optimale mikrobielle Aktivität zu gewährleisten. Die Sauerstoffzufuhr kann über Sauerstoffgehaltsmessungen oder CO₂-Konzentrationsmessungen gesteuert bzw. geregelt werden. Während der im Feststoffreaktor 01 stattfindenden aeroben Intensivrotte werden energiereiche polymere Substanzen, wie Fette, Proteine und Kohlenhydrate in energieärmere, monomere Bestandteile, wie Fettsäuren, Aminosäuren und Zucker, zerlegt. Die Dauer der im Feststoffreaktor 01 stattfindenden vorgeschalteten aeroben Intensivrotte ist variabel und von der Zielsetzung abhängig, ob mehr Biogas oder mehr Kompost produziert werden soll. Beispielsweise können während einer 48-stündigen Aufenthaltszeit im Feststoffreaktor 01 bereits die leicht und mittelschwer abbaubaren organischen Substanzen soweit in niederkettige Fettsäuren und Alkohole gespalten werden, daß sie anaerob im

Anaerob-Reaktor 08a, b und c weiter zum hauptsächlichen Endprodukt Methan und Kohlendioxid durch acetogene und methanogene Bakterien abgebaut werden können. Die Fettsäuren und Alkohole sind in bei der Umsetzung austretendem Wasser, das durch die natürliche Feuchte vorhanden ist oder im Zellwasser gebunden und ausgepreßt wird, gelöst und suspendiert. Die Suspension mit hohen Anteilen an aerob hydrolisierten organischen Substanzen wird über das bereits genannte Sieb von der Masse im Feststoffreaktor abgetrennt. Beim Auslaugen der löslichen organischen Bestandteile zusammen mit der aeroben Intensivrotte findet eine starke Volumenreduktion (70 bis 80 Vol-%) des Materials statt. Die aus den biologischen Abfällen gewonnene Suspension wird über ein Ventil P1 durch die Pumpe 04 in einen Sedimentator 05 gefördert. Die dort abgetrennten Feststoffe, die sich als Schlamm niederschlagen, können zum Beimpfen des frisch eingefüllten biologischen Abfalles wieder in den Feststoffreaktor 01 gepumpt werden. Das feststofffreie, mit organischen Inhaltsstoffen, insbesondere Kohlenstoffanteilen, angereicherte Wasser wird in den Anaerob-Reaktor 08 gepumpt. Die restliche, ausgewaschene Feststoffmasse wird als Frischkompost mit einem Rottegrad von I und II einer Nachrotte in Form einer Mietenkompostierung unterworfen. Der Frischkompost wird abgefahren.

Das Befüllen des Feststoffreaktors erfolgt über eine verschließbare Öffnung im Feststoffreaktoroberteil, die nur während des Befüllens geöffnet wird. Das Ausschleusen des Frischkompostes erfolgt über eine elektromotorisch betriebene Aus-
tragsschleuse. Das Material fällt in einen verschließbaren Container (nicht dargestellt).

Zur Vermeidung von Geruchsemissionen ist der Feststoffreaktor über eine Gasleitung mit einem Kompostfilter 15 verbunden. Während des Betriebes bleibt der Feststoffreaktor vorzugsweise gasdicht verschlossen. Eingeblassene Luft zur Erzeugung aerober Verhältnisse verläßt den Reaktor nur durch das Kompostfilter. Wird der Reaktor zur Befüllung geöffnet, beginnt ein in der

Gasleitung montierter Seitenkanalverdichter automatisch Luft vom Reaktor in das Kompostfilter zu saugen. Es entsteht hierbei eine invers gerichtete Luftströmung, so daß eine Geruchemission aus dem Feststoffreaktor 01 nicht entstehen kann.

Um sicherzustellen, daß das von Feststoffen befreite bzw. die stark feststoffreduzierte Suspension möglichst keinen Sauerstoff in den Anaerob-Reaktor 08 einbringt, ist eine Ultraschallentgasungseinrichtung 06 vorgesehen, durch die die Flüssigkeit geleitet und mittels der Pumpe 7 schließlich in den Anaerob-Reaktor 08 geführt wird. Der mehrstufige Anaerob-Reaktor 08a, b und c, der mittels kommunizierender Röhren im Kreislauf betreibbar ist, ist als Festbettreaktor ausgerüstet. Dem Anaerob-Reaktor 08 ist ein weiterer Sedimentator 09 nachgeschaltet, durch den das noch mit geringen Feststoffanteilen belastete Wasser nach der Methanisierung geführt und von Feststoffen befreit wird. Das Wasser kann anschließend rezyklierend in den Kreislauf zurückgeführt werden. Der Anaerob-Reaktor besitzt einen Wärmetauscher 10, der, vorzugsweise über eine entsprechende Regelung, mit dem Wärmetauscher 02 in Verbindung steht, so daß die bei der exothermen Reaktion im Festbettreaktor 01 anfallende Wärme in den Anaerob-Reaktor 08 geführt werden kann. Die Pumpe 11 unterstützt eine etwa notwendige Kreislaufförderung der Flüssigkeit durch die Stufe 08a, b und c.

Das den Anaerob-Reaktor 08 verlassende Wasser, mit einem DOC-Gehalt von 1 g/l und einem CSB-Gehalt von ca. 2 bis 3 g/l, wird in eine Pflanzenkläranlage 12 geleitet und von dort bis zur Vorfluterqualität gereinigt. Hierbei handelt es sich um eine mit Helophyten besetzte, vertikal durchströmte, mehrschichtige Festbettfilteranlage mit selbsttätigem Intervallbetrieb. Dieser Festbettfilter ist durch die Abfolge von aerober Bodenschicht mit einem Durchlässigkeitsbeiwert (K_f) von 5×10^{-3} m/s charakterisiert. In dieser Schicht kommt es zur Nitrifizierung des Stickstoffes und vor allem zur Oxidation der

im Wasser gelösten restlichen organischen Substanz. Die darauffolgende dichte Bodenschicht mit einem Kf-Wert von 10^{-7} m/s begünstigt eine Denitrifikation des Stickstoffes, welcher gasförmig als N_2 durch eine entsprechende Leitung in die Atmosphäre entweichen kann. Durch den höheren Feinkornanteil wird ebenfalls ein hohes Phosphatbindungspotential sichergestellt. Die Durchlässigkeit der unteren Filterschicht entspricht der oberen. Es kommt zu einer Restmineralisation der organischen Substanz, Nitrifikation vorhandener N-Komponenten und zu einer weiteren Keimzahlreduktion.

Versuche haben erwiesen, daß dieses vertikal durchströmte System der Pflanzenkläranlage, die an Wasser mit Vorfluterqualität gestellten Kriterien einhält, diese sogar unterschreitet.

Über das Wurzelsystem des Schiffes (Rhizom) wird die Sickerleistung ständig gewährleistet. Die Halme beschatten den Bodenkörper und verhindern eine unerwünschte Algenbildung. Sie bilden ein günstiges Mikroklima für Mikroorganismen. Eine wichtige Eigenschaft der Pflanzen besteht in der Fähigkeit, über ein spezielles Luftleitgewebe (Aerenchym) Sauerstoff in den Boden einzutragen. Die Anlage ist auf einer Fläche von 6 m x 5 m untergebracht. Der Wasserabfluß der Anlage wird aufgefangen und über eine Woche gehältert. Erst nach Analyse des Wassers auf die Parameter nach Indirekteinleiterverordnung wird über die Einleitung in die Vorflut oder den Transport in eine Kläranlage entschieden.

Das im Anaerob-Reaktor entstehende Biogas gelangt über einen Gasabscheider 13 in den Gasspeicher 14, der zur Pufferung von Mengenschwankungen bei der Biogaserzeugung dient, um eine gleichmäßige Füllung eines nachgeschalteten Gasmotors aufrechtzuerhalten. Hier kann ein Sterling-Motor eingesetzt werden.

Der Kompostfilter 15 der aus jeder Prozeßstufe gelangende geruchsbeladene Abluftströme aufnehmen kann, besteht vorzugsweise aus einer in 2,5 m-Schachtringen, bis zur Oberkante in den Boden eingelassenen Spezialkompostschicht. Das zu desodorierende Gas wird von der Unterseite her durch das Filter geleitet. Es durchströmt die Kompostschichten. Geruchsaktive Substanzen adsorbieren und werden durch die Mikroorganismen verstoffwechselt. Das den Filter verlassende Gas ist normalerweise annähernd geruchsneutrag oder weist einen leicht erdigen Geruch auf, der jedoch nur direkt oberhalb des Filters wahrnehmbar ist. Die Abluft ist frei von möglichen pathogenen Keimen, die ggf. über den Abfall in den Feststoffreaktor 01 eingetragen werden.

Aus Fig. 2 bis Fig. 4 sind Details des Feststoffreaktors ersichtlich. Der Feststoffreaktor besitzt eine obere Füllöffnung 19, die nur zum Befüllen geöffnet und im übrigen Betrieb möglichst gasdicht verschlossen ist. Der Feststoffreaktor 01 ist an einer ersten Drehachse 20 angelenkt und über einen Schwenkarm 21 einseitig derart heb- und senkbar, daß unterschiedliche Winkelneigungen eingestellt werden können. Der Schwenkarm 21 ist einerseits über ein Gelenk 22 mit dem Feststoffreaktor 01 und andererseits über ein weiteres Gelenk 23 mit einem Rollwagen 24 verbunden, der linear verfahrbar ist. Zur Durchmischung und Homogenisierung besitzt der Feststoffreaktor mindestens eine Schneckenwelle 16, vorzugsweise zwei gegenläufige Schneckenwellen 161 und 162, wie dies aus Fig. 3 und 4 ersichtlich ist. Oberhalb der Schneckenwellen ist ein als Wärmetauscher 02 ausgebildeter Tisch 17 angeordnet. Im oberen Bereich besitzt der Feststoffreaktor eine Abpreß- und Entleerungsvorrichtung 18, die etwa in die Positionen 18', 18" und 18'" geschwenkt werden kann und ein Entladen des Feststoffreaktors ermöglicht, falls der biologische Abfall vollständig ausgewaschen und abgepreßt ist.

Die Schneckenwellen 161 und 162 sind in Halbschalen 25 angeordnet (Fig. 3).

Im oberen Bereich der Entleerungsvorrichtung 18, also etwa im oberen Drittel des Feststoffreaktorbodens ist ein Spaltsieb 26 in den Halbschalen vorgesehen, wobei die Spaltöffnungen parallel zur Förderrichtung laufen und/oder das Spaltsieb gegenüber dem Umfang der sich drehenden Schneckenwelle ein sich verjüngenden Abstand aufweisen kann. Vorzugsweise ist der Abstand zwischen dem Spaltsieb und der Förderschnecke sowie der Anpreßdruck veränderbar.

Es kann auch vorgesehen sein, daß die Förderrichtung durch Änderung der Schneckenwindung oberhalb der Preßzone wechselt und hierdurch eine erhöhte Preßwirkung erzielt wird.

Ggf. besitzt der Feststoffreaktor an seinem tiefsten Punkt noch eine wiederverschließbare Flüssigkeits- bzw. Suspensionsauslaßöffnung.

Um Verstopfungen im Förderbereich zu vermeiden, können flexible Vorrichtungen, wie Bürsten, Gummibänder oder auch Abstreiffinger und ähnliches, vorgesehen sein, die die Förderschnecke bzw. Schneckenwellen jeweils reinigen.

Fig. 5 und 6 zeigen eine zweckmäßige Erweiterung der bisher dargestellten Vorrichtung. Dem Feststoffreaktor 01 ist zweckmäßigerweise ein Trogkettenförderer 27 vorgeschaltet. Der Trogkettenförderer wird durch ein Containerfahrzeug 28 beladen, das den biologischen Abfall in einen Aufgabetrichter 29 transportiert. Der Abfall wird in einem geschlossenen Förderkasten zum Austrag 30 transportiert, der sich über der Einfüllöffnung 19 des Feststoffreaktors 01 befindet. Überschüssiges Material, das nicht direkt in den Feststoffreaktor 01 eingebracht werden kann, verbleibt bis zu nächstmöglicher Befüllung im Förderer.

Der Einfülltrichter 29 ist zur Vermeidung von Geruchsemissionen nur während des Befüllvorganges geöffnet. Außerhalb dieser Zeiten ist das System mittels verspannter Plane geschlossen. Der Austrag des Förderers ist mittels einer beweglichen Platte oder eines Schiebers ebenfalls verschlossen; der Fördertrog ist ebenfalls gasdicht. Ggf. kann der Trogkettenförderer mit einer aktiven Luftabsaugung versehen sein, die während des Betriebes sowie außerhalb des Befüllvorganges in festlegbaren Intervallen aus dem Förderer mittels eines Seitenkanalverdichters Luft absaugt und diese dem Kompostfilter 15 zur Desodorierung zuführt.

Der Einfülltrichter 29 des Trogkettenförderers 27 sowie der Förderer selbst stellen das Zwischenlager für den angelieferten biologischen Abfall dar. Anfallendes Sickerwasser wird nach im Förderer gefaßt und in den Feststoffreaktor 01 oder den nachgeschalteten Sedimentator 05 geleitet.

Wie Fig. 6 zu entnehmen, ist in der dargestellten Ausführungsform der Feststoffreaktor 01 in der Draufsicht langgestreckt ausgeführt. In unmittelbarer Nachbarschaft des Feststoffreaktors 01 befinden sich der Sedimentator, mit einem Gasvolumen von etwa 3 m³ sowie der Anaerob-Reaktor 08, bestehend aus drei hintereinandergeschalteten und segmentierten Festbettreaktoren 08a, 08b und 08c mit jeweils 4 m³ Kammervolumen in zylindrischen Röhren von 4 m Höhe und 1,2 m Durchmesser. Insgesamt können die Festbettreaktoren 08a, b und c mit einer Raumbelastung bis zu 35 kg OTS/m³xd gefahren werden. Den drei Reaktoren 08a, b und c ist eine vierte Röhre als Sedimentationsgefäß 09 nachgeschaltet. Die Röhren 08a, b und c und 09 bilden eine Einheit und sind auf einer Grundfläche von 2,7 m x 2,7 m installiert und insgesamt isoliert.

Mit der beschriebenen Vorrichtung wird das erfindungsgemäße Verfahren, wie aus dem Fließschema nach Fig. 7 zu ersehen, durchgeführt. Nach Anlieferung 31 und Qualitätskontrolle 32 der

angelieferten biologischen Abfälle, bestehend aus gewerblichen kommunalen Abfällen 33, strukturarmen nassen Reststoffen 34 und strukturreichen trockenen Reststoffen 35, die zunächst einer Zerkleinerung 36 zugeführt werden, werden die jeweiligen Abfälle einzeln oder in vorbestimmbaren Mischungen dem Feststoffreaktor 01 zugeführt, eventuelle unter Zugabe von Luft 011 und/oder sonstigen Additiven 012. Die aus dem Feststoffreaktor nach Entwässerung verbleibenden Feststoffe werden entweder als Frischkompost 37 oder nach Mischen 38 einer Nachverrottung 39 zugeführt, wo sie zu einem Reifekompost 40 umgewandelt werden. Über einen Austrag 41 werden die abgepreßten Flüssiganteile nach Sedimentierung dem Anaerobfilter 08 zur anaeroben Naßvergärung zugeführt, woraus die Biogase 42, im wesentlichen Methan, sowie das zurückbleibende Wasser 43 abgeführt werden. Teile der Flüssigkeitsmenge können auch als Rezirkulat 44 dem Feststoffreaktor 01 zurückgeführt werden.

In einer durchgeführten Versuchscharge sind 2 Tonnen der Abfallstoffe 33, 34 und 35 aus Haushaltsabfällen im Feststoffreaktor 01 durchmischt und unter Lufteintrag behandelt worden, wobei eine Temperatur von 72°C erreicht wurde. Die während der Umsetzung anfallende organische Substanz im Preßwasser 14 betrug ca. 23 % der ursprünglichen Einwaage. Durch die Vergärung in dem Anaerob-Reaktor 08 bildete sich aus diesen organischen Substanzen ca. 210 m³ Biogas 42 mit einem Methangehalt von 65 Vol.-%. Der aktive Kompost wurde als Feststoffaustrag mit gehäckseltem Strukturmaterial, stehend aus Rinde und Strauchschnitt, etwa im Verhältnis 1 : 1 gemischt und drei Wochen auf einer Miete ohne Umsetzung liegengelassen. Hiernach wies der Kompost einen erdigen Geruch auf und war intensiv mit einer Pilzkultur belegt. Der erhaltene Kompost erfüllte die vorgegebenen Grenzwerte.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Behandlung von organischen Bio-Reststoffen (31, 33 bis 35), insbesondere aus kommunalen und/oder gewerblichen Abfallstoffen (33) einschließlich roher und/oder gekochter Speisereste (34), landwirtschaftliche Abfallstoffe, insbesondere Tierexkremente und/oder pflanzlicher Bestandteile, gekennzeichnet durch folgende Schritte:
 - a) aus den organischen Reststoffen (31, 33 bis 35) werden unter intensivem Mischen und Homogenisieren die in Wasser gelösten oder lösbaren C-haltigen (organischen) Bestandteile (DOC) durch Flüssigkeitsaustrag (41) von den verbleibenden Feststoffen getrennt,
 - b) der Flüssigkeitsaustrag (41) wird in einem Anaerob-Reaktor (08) anschließend vergoren und das hieraus entstehende Biogas (42) abgezogen, während
 - c) die verbleibenden Reststoffe (37, 40) einer Kompostierung, vorzugsweise Mietenkompostierung (40), zugeführt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in Trennstufe a) (01) die Ausgangsfeuchte oder die Feuchte von 70 bis 80 Vol.-%, zumindest jedoch 40 bis 60 Vol.-%, während des Auswaschens von in Wasser gelösten organischen Bestandteilen, ggf. durch Zuführung von Wasser (44) aufrechterhalten wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das durch erfolgte Methanisierung von C-haltigen Bestandteilen befreite Wasser (44) aus dem Anaerob-Reaktor (08) rekyclierend in die Trennstufe a) (01) gegeben wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Trennstufe a) (01) gezielt Sauerstoff (011) zugeführt wird und/oder eine Temperatur von bis zu 70°C konstant aufrechterhalten wird, ggf. mit der anschließenden Maßnahme, abschließend Wärme zur Erzeugung einer Temperatur von 80°C bis 90°C zuzuführen, um eine möglichst vollständige Hygienisierung durchzuführen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die bei den exotherm verlaufenden Reaktionen in der Trennstufe (01) entstehende Wärme abgezogen und in den Anaerob-Reaktor (08) geleitet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß erst nach Unterschreiten eines vorgebaren Gehaltes an gelösten C-haltigen Bestandteilen in der Flüssigkeit (41) die verbleibenden Reststoffe auf einen möglichst niedrigen Restfeuchtigkeitsgehalt abgepreßt werden, bevor die gesamte Charge an Reststoffen aus der Trennstufe (01) abgeführt und anschließend kompostiert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennung von Flüssigbestandteilen (41) und Reststoffen (37, 39) durch Pressen und/oder Sieben erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die als Suspension vorliegende C-haltige Bestandteile enthaltene Flüssigkeit (41) sedimentiert wird, bevor sie dem Anaerob-Reaktor (08) zugeführt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der beim Sedimentieren als Schlamm anfallende Fest-

stoff als Animpfmaterial zur Reaktionsbeschleunigung, vorzugsweise nach Sauerstoffanreicherung nach frischer Füllung den Bio-Reststoffen zugeführt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die aus der Trennstufe (01) abgeführte Flüssigkeit (41) vor der Einleitung in den Anaerob-Reaktor (08) einer Ultraschallbehandlung oder Biogasstrippung zur Entfernung noch enthaltenden Sauerstoffes unterzogen wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß in der Flüssigkeit (Suspension) noch enthaltende Feststoffanteile von Zeit zu Zeit als Klärschlamm aus dem Anaerob-Reaktor (08) ggf. mit zunächst gelösten und später in gebundener Form in Niederschlägen enthaltenen geringen Metall-, insbesondere Schwermetallanteile abgezogen werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß im Anaerob-Reaktor (08) bei der Behandlung mit mesophilen Bakterien eine Temperatur von 45 bis 40°C, bei der Behandlung mit thermophilen Bakterien von 50 bis 55°C aufrechterhalten wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Anaerob-Reaktor (08) mit dem Flüssigkeitsaustrag (41) aus der Trennstufe (01) kontinuierlich oder im Abstand von 1 bis 2 h befüllt wird.
14. Vorrichtung zur Gewinnung von Biogas (42) oder Kompost (37, 40) durch Naßvergärung und Kompostieren von organischen Bio-Reststoffen (31, 33 bis 35) gekennzeichnet durch einen Feststoffreaktor (01) mit einer Mischeinrichtung (16; 161, 162) und einem Flüssigkeitsaustrag und

einen diesem nachgeschalteten Anaerob-Reaktor (08) zur Vergärung mit einem Biogas-Abzug oder eine Komposiereinrichtung (40).

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischeinrichtung aus einer Schneckenpresse (16) besteht, vorzugsweise aus zwei gegenläufigen schrägliegenden Schneckenpressen (161, 161).
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß oberhalb und parallel der Schneckenpresse (16; 161, 162) ein Tisch oder Tischbleche (17) schrägliegend angeordnet sind.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Tisch oder Tischbleche (17) als Wärmetauscher (02) ausgebildet sind.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Feststoffreaktor (01) über mindestens ein Sieb (26), vorzugsweise mehrere übereinanderliegende Spaltsiebe unterschiedlicher Maschenweite vor dem Flüssigkeitsaustrag verfügt.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Feststoffreaktor (01) eine Gasabzugseinrichtung aufweist, die vorzugsweise mit einem Kompostfilter (15) verbunden ist.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die im oberen Drittel des Reaktorbodens angeordnete Schneckenpresse (16; 161, 162) mit einem auswechselbaren Spaltsieb (26) ausgerüstet ist, dessen Spaltöffnungen parallel zur Förderrichtung laufen, und/oder das das Spaltsieb gegenüber dem Umfang der sich drehenden Schneckenwelle (16; 161, 162) einen sich verjüngenden Abstand aufweist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen dem Spaltsieb (26) und der Förderschnecke (16; 161, 162) und der Anpreßdruck durch eine verstellbare Aufhängung der Schneckenpresse verändert werden kann.
22. Vorrichtung nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß das durch die Schneckenpresse (16; 161, 162) freigesetzte Wasser in eine mit einer Spülvorrichtung versehene Auffangwanne (25) mit schrägem Boden aufgefangen und abgeleitet wird.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Förderrichtung durch Änderung der Schneckenwindung oberhalb der Preßzone wechselt und dadurch eine erhöhte Preßwirkung entsteht.
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß am tiefsten Punkt des Reaktorbodens ebenfalls eine wahlweise verschließbare Öffnung zur Entnahme von Preßwasser angeordnet ist.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 24, gekennzeichnet durch flexible Vorrichtungen, wie Bürsten, Gummibänder etc. am Rand der Schneckenwellen (16; 161, 162) zur Reinigung und Vorbeugung von Verstopfungen der Spaltsieb- und Entleerungsöffnungen.
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Stellwinkel des Feststoffreaktors (01), insbesondere der Bodenneigung, veränderbar ist.
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Feststoffreaktor (01) einen vorzugsweise verschließbaren Einfülltrichter (19) und einen

die Bio-Reststoffe fördernden Trogkettenförderer (27) aufweist, der vorzugsweise gasdicht und/oder mit aktiver Luftabsaugung mittels Seitenkanalverdichter ausgebildet ist.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Feststoffreaktor (01) und dem Anaerob-Reaktor (08) ein Sedimentator (05) geschaltet ist, der vorzugsweise über einen Abzug verfügt, über den die anfallenden Schlämme abgezogen und unmittelbar dem Feststoffreaktor (01) wieder zuführbar sind.
29. Vorrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Feststoffreaktor (01) und/oder der Sedimentator (05) über einen Belüftungskreislauf oder Luftzuführeinrichtungen (03) verfügen.
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Sedimentator (05) und dem Anaerob-Reaktor (08) ein Entgasungsreaktor, vorzugsweise Ultraschallreaktor (06) oder Biostripper angeordnet ist.
31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß der Anaerob-Reaktor (08) als Festbettreaktor ausgebildet ist und/oder mehrere Aufwuchs fördernde Gitterträger aufweist.
32. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Gitterträger eine raue Oberfläche besitzen.
33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß der Anaerob-Reaktor (08) einen Gasdom, vorzugsweise mit einem Gasabscheider aufweist.

34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Festbettreaktoren (08a, b, c) vorgesehen sind, die über kommunizierende Röhren miteinander in Verbindung stehen.

FIG. 1

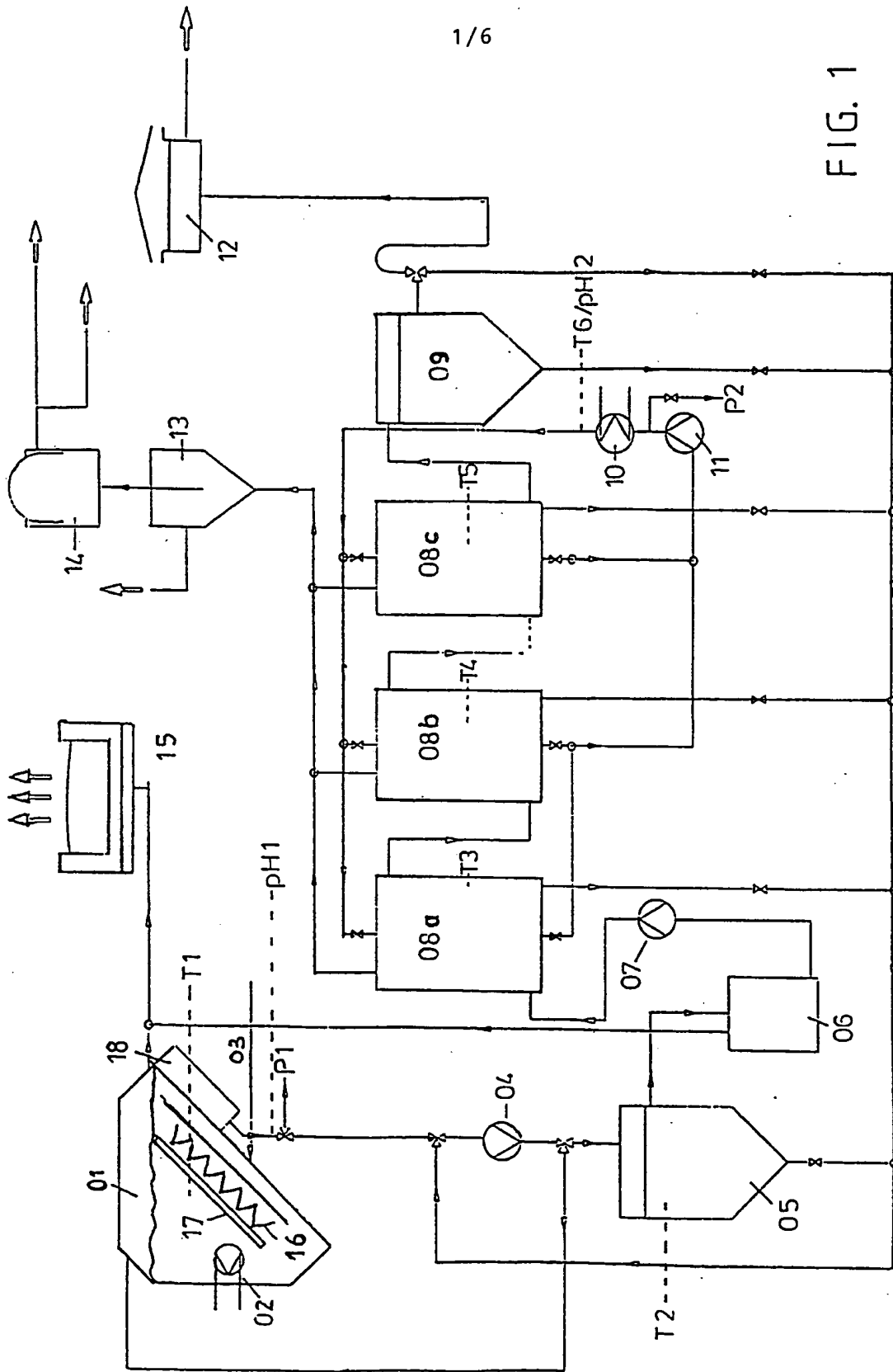


FIG. 3

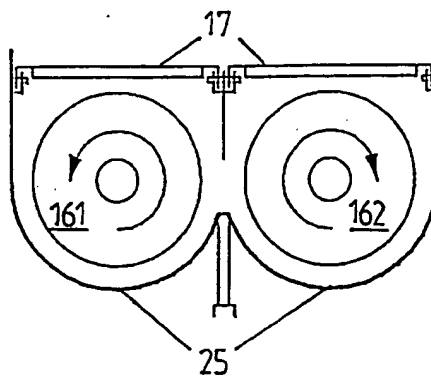
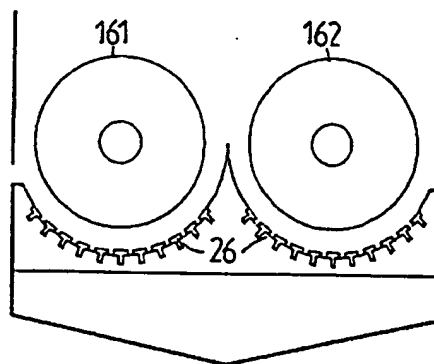


FIG. 4



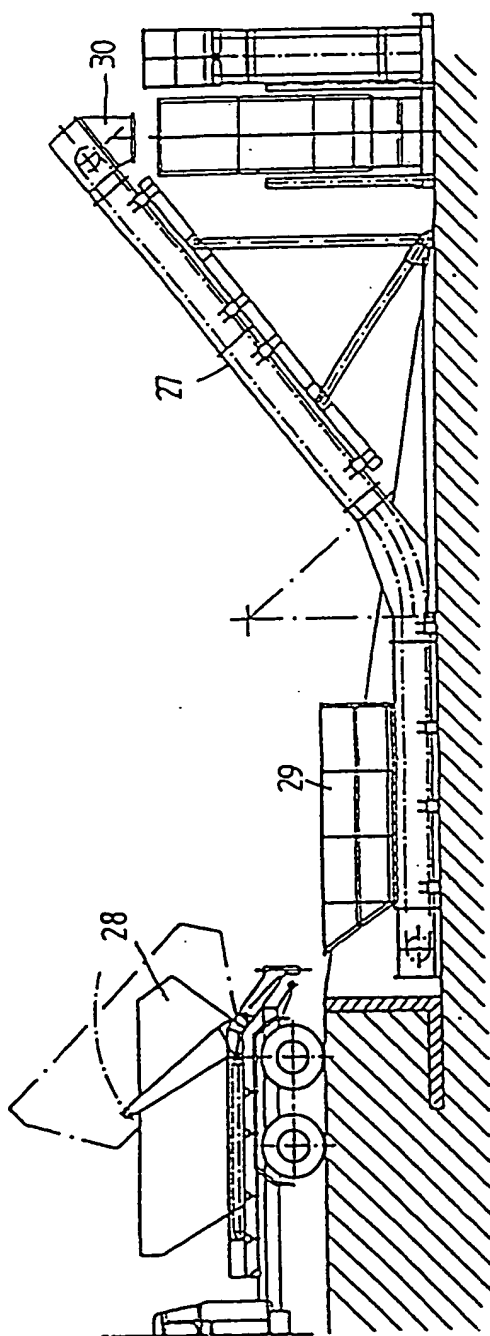
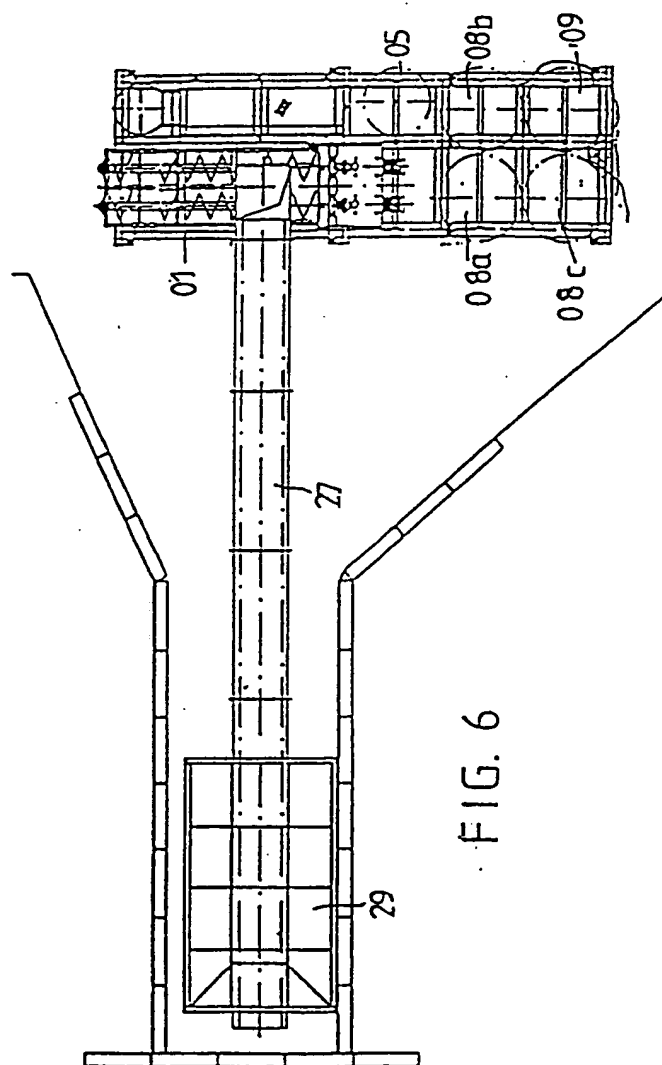


FIG. 5



6/6

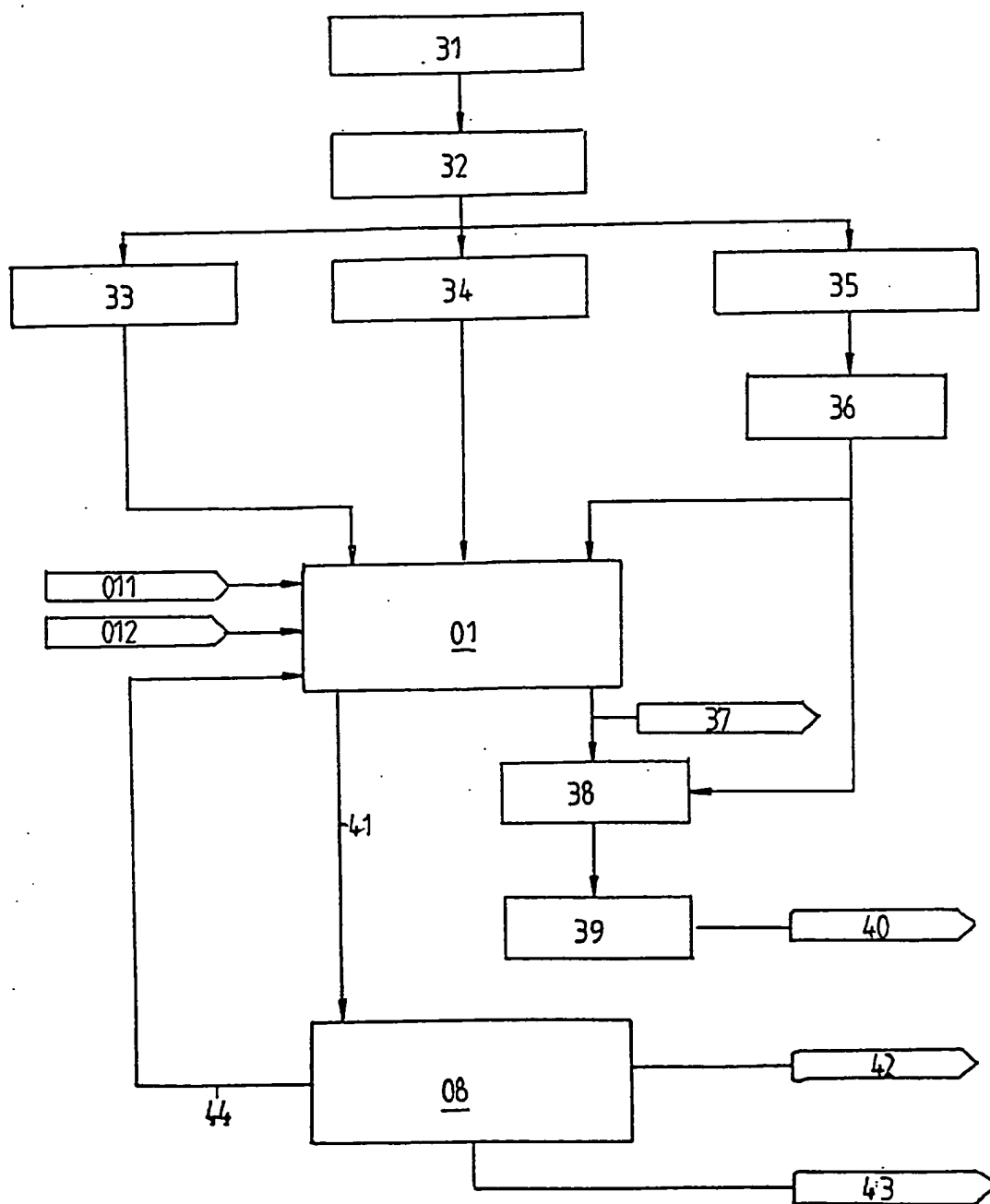


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/DE 94/00440

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 5 C05F3/00 C05F7/00 C05F17/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 5 C05F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP,A,0 172 292 (MULTIBIO) 26 February 1986	1-3,6,7, 11,12, 14,19, 31-34 5,8,9,13
A	see claims 1-6 see page 2, line 10 - page 6, line 5 ---	
X	WO,A,92 15540 (STEYSKAL, FELIX) 17 September 1992	1,6-12, 14,28, 30,33 2,3,18, 19
A	see claims 1,3,4 see page 1, paragraph 5 - page 4, paragraph 2 ----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 June 1994

Date of mailing of the international search report

12. 07. 94

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

RODRIGUEZ FONTAO, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/DE 94/00440

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DATABASE WPI Section Ch, Week 8839, Derwent Publications Ltd., London, GB; Class C04, AN 88-276279 & NL,A,8 700 306 (VAN TILBURG A A M) 1 September 1988 see abstract & NL,A,8 700 306 (VAN TILBURG A A M) see the whole document ---	1,2, 12-14,19
A	DE,A,40 01 024 (FAN ENGINEERING GMBH) 18 July 1991 see claims 1-4 see figure 1 -----	14-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/DE 94/00440

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0172292	26-02-86	FR-A- 2541669 US-A- 4632692	31-08-84 30-12-86
WO-A-9215540	17-09-92	EP-A- 0573478	15-12-93
NL-A-8700306	01-09-88	NONE	
DE-A-4001024	18-07-91	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 5 C05F3/00 C05F7/00. C05F17/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 5 C05F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP,A,0 172 292 (MULTIBIO) 26. Februar 1986	1-3,6,7, 11,12, 14,19, 31-34 5,8,9,13
A	siehe Ansprüche 1-6 siehe Seite 2, Zeile 10 - Seite 6, Zeile 5 ---	
X	WO,A,92 15540 (STEYSKAL, FELIX) 17. September 1992	1,6-12, 14,28, 30,33 2,3,18, 19
A	siehe Ansprüche 1,3,4 siehe Seite 1, Absatz 5 - Seite 4, Absatz 2 --- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

" T " Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

" X " Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

" Y " Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nabeliegend ist

" & " Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. Juni 1994

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

12. 07. 94

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

RODRIGUEZ FONTAO, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DATABASE WPI Section Ch, Week 8839, Derwent Publications Ltd., London, GB; Class C04, AN 88-276279 & NL,A,8 700 306 (VAN TILBURG A A M) 1. September 1988 siehe Zusammenfassung & NL,A,8 700 306 (VAN TILBURG A A M) siehe das ganze Dokument ---	1,2, 12-14,19
A	DE,A,40 01 024 (FAN ENGINEERING GMBH) 18. Juli 1991 siehe Ansprüche 1-4 siehe Abbildung 1 -----	14-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 94/00440

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A-0172292	26-02-86	FR-A- 2541669 US-A- 4632692	31-08-84 30-12-86
WO-A-9215540	17-09-92	EP-A- 0573478	15-12-93
NL-A-8700306	01-09-88	KEINE	
DE-A-4001024	18-07-91	KEINE	

This Page Blank (uspto)